



NUTRItime

REVISTA ELETRÔNICA
www.nutritime.com.br

ISSN-1983-9006

Revista Eletrônica Nutritime, Artigo 167
v.9, n° 03 p.1833- 1843 – Maio/Junho 2012



Artigo Número 167

**MICROMINERAIS ORGÂNICOS NA
NUTRIÇÃO DE POEDEIRAS**

***ORGANIC TRACE MINERAL IN THE NUTRITION OF
LAYING HENS***

**Jalceyr Pessoa Figueiredo Júnior^{1*}, Patrícia Emília Naves Givisiez¹,
Fernando Guilherme Perazzo Costa¹, Marcelo Helder Medeiros Santana¹,
Élcio Gonçalves dos Santos¹**

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia-PB, 58397000, Brasil.

*peudure@hotmail.com



RESUMO: Para se obter uma boa nutrição é necessário que o animal receba quantidades adequadas de nutrientes, incluindo-se os minerais, a fim de evitar o comprometimento da sua saúde e do seu desempenho produtivo. Os microminerais são considerados de grande importância na alimentação das aves, pois participam de uma série de processos bioquímicos, essenciais ao crescimento e desenvolvimento, destacando a formação óssea, de forma que várias tentativas têm sido feitas para torná-los mais biodisponíveis, ao protegê-lo das condições do trato gastrointestinal. Dentre as tecnologias desenvolvidas pelos pesquisadores, incluem-se os minerais orgânicos ou minerais quelatados, que podem apresentar melhor biodisponibilidade em relação aos minerais inorgânicos. Esses minerais podem proporcionar maior rapidez na absorção e seu transporte é facilitado, resultando em melhorias na vida útil das aves, na qualidade dos ovos, além de maior ganho de peso e maior taxa de crescimento das aves.

ABSTRACT: A good nutrition requires that the animal is given adequate quantities of nutrients, including minerals, so that health and performance are improved. Microminerals are considered of great importance in poultry nutrition, since they are involved in a series of biochemical processes that are essential for animal growth and development, mainly bone formation. Therefore, many approaches have been tried to increase bioavailability by protecting them from gastrointestinal conditions. Among the technologies developed by researchers, organic or chelated minerals may be cited. These compounds present better bioavailability compared to inorganic minerals. Absorption may be faster and transportation is easier, resulting in improved health and egg quality,

besides greater weight gain and increased growth rate.

INTRODUÇÃO

Todos os organismos vivos, tanto animais como vegetais, apresentam quantidades variáveis de minerais, que são necessários para manter seu metabolismo fisiológico. Por isso, os minerais são de grande importância para o desenvolvimento das espécies. Os minerais representam de 3 a 4 % tanto do peso vivo como do custo de produção, sendo que os microminerais contribuem com 0,3 a 0,4% deste custo.

Os primeiros estudos sobre as necessidades e fontes minerais para rações de aves registrados na literatura datam de 1922, quando Kennard et al. avaliaram a suplementação mineral em rações de aves a base de milho e farelo de soja, definindo que os minerais eram essenciais para frangos e poedeiras, inicialmente para evitar problemas ósseos. Estudos posteriores evidenciaram que os minerais mais críticos nas rações de aves são cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), cloro (Cl) e magnésio (Mg), considerados macrominerais. Os microminerais são igualmente essenciais apesar de serem necessários em quantidades menores e incluem, dentre outros, ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e selênio (Se).

Embora compondo apenas cerca de 5% do corpo de um animal, os nutrientes minerais contribuem com grande parte do esqueleto (80 a 85%), além de estarem presentes na formação da casca dos ovos e na estrutura do músculo, sendo indispensáveis ao bom funcionamento do organismo (Mcdowell, 1992). Os microminerais possuem funções metabólicas incluindo a resposta imune, reprodução e crescimento. Atuam como agentes catalíticos em todas as reações do metabolismo (Araújo et al., 2008), pois são componentes essenciais nas reações



de metaloenzimas e melhoram as atividades das mesmas (Brito et al., 2006).

Deficiências de microminerais resultam em problemas na produção animal, uma vez que os sintomas não são evidentes e o animal, embora em taxa reduzida, continua o seu crescimento. Primeiramente ocorre o declínio da imunidade e o comprometimento das funções enzimáticas, seguida pela redução do crescimento e da fertilidade. A deficiência clínica torna-se evidente apenas quando há redução drástica do crescimento e da fertilidade.

Assim, o estudo acurado dos minerais na nutrição animal torna-se cada vez mais necessário, pois se somam vários fatores tendentes a diminuir o teor nos alimentos e a aumentar as necessidades: de um lado, o empobrecimento dos solos em face das sucessivas colheitas, de outro lado, o sucessivo melhoramento genético que passam os animais, fazendo-os crescer mais rapidamente ou produzir mais em período mais curto, aumentando suas necessidades nutricionais (Andrighetto et al., 1984). Constantemente, têm se buscado a quantidade e a forma ideal de suplementação mineral na dieta (Maiorka & Macari, 2002).

Desta forma, objetiva-se com esta revisão abordar a importância e metabolismo dos microminerais Ferro (Fe), Cobre (Cu), Zinco (Zn), Manganês (Mn) e Selênio (Se) e as formas de suplementação desses nas dietas das poedeiras.

MICROMINERAIS FERRO

Leeson & Summers (2001) afirmam que o Fe é essencial para o metabolismo celular, representando cerca de 0,005% do peso corporal. Destes, 57% se encontra na forma de hemoglobina e 7% na forma de mioglobina, ligadas a atividades de oxidação e redução, bem como ao transporte de elétrons. A mioglobina é necessária para o funcionamento muscular, incluindo o músculo

cardíaco, que possui prioridade no aporte de suplemento de Fe diário. A hemoglobina, por outro lado, tem a função de transportar o oxigênio até as células e regular a respiração celular (Maiorka & Macari, 2002).

Segundo Underwood (1999), nos não-ruminantes, a absorção é afetada pela idade do animal e condições do trato gastrointestinal, particularmente do duodeno, além do status do ferro no organismo (níveis e forma). Em relação à dieta, interferem a quantidade e forma química do Fe, além da proporção de outros minerais que podem competir pelo mesmo sítio de absorção, como no caso de metais divalentes como cobre, manganês, cobalto e cádmio. Gorduras insaturadas podem reduzir em até 50% a absorção luminal de Fe, assim como taninos e fitatos, pois formam complexos insolúveis, diminuindo a disponibilidade de Fe para absorção (Maiorka & Macari, 2002).

Em condições fisiológicas normais, a excreção de Fe é mínima. Podem ocorrer perdas pelas fezes (bile e descamações epiteliais), suor e urina e, em condições patológicas, a perda pode aumentar (hemoglobinúria) (Bertechini, 2006). O estado de oxigenação do indivíduo também regula a absorção do Fe e, durante a hipoxia crônica, aumenta a sua absorção (Maiorka & Macari, 2002). Assim, a quantidade de Fe no organismo é mantida, primariamente, pela diferença entre o Fe absorvido e o Fe excretado.

O ferro faz parte de produtos como o ovo, que contém cerca 1,32 mg de Fe e, por isso, ele é considerado uma excelente fonte desse mineral para a nutrição humana (Scott et al., 1982). A quantidade de ferro presente no ovo representa 25% das reservas disponíveis no fígado das aves poedeiras. Do ponto de vista da nutrição animal, essas aves apresentam, portanto, maior necessidade nutricional em relação a frangos de corte e a suplementação de Fe em rações de poedeiras comerciais é prática rotineira. Geralmente, a exigência nutricional é



atendida pela inclusão de suplementos minerais à dieta, não sendo considerados os níveis contidos nos alimentos, devido à possível indisponibilidade ocasionada por fatores como proteína, fibras, fitatos e outros (Bertechini et al., 2000).

Em termos práticos, os ingredientes vegetais apresentam uma concentração de ferro entre 60 e 80 mg/kg e as aves adultas conseguem reter apenas 5% deste conteúdo, representando 3 a 4 mg de ferro por quilograma de ração consumida. Como as poedeiras eliminam de 1 a 1,5 mg em cada ovo produzido, necessitam de suplementação na fase de postura de 50 mg/kg de ração (Bertechini, 2006), geralmente realizada com a inclusão de sulfato de ferro. Pesquisas realizadas por Bertechini et al. (2000) indicaram aumento linear da deposição de ferro na gema com a suplementação dietética até o nível de 80 ppm.

COBRE

Em 1928, a participação do cobre na formação da hemoglobina foi demonstrada; nesse momento, esse micromineral passou a ter importância na alimentação; tanto de humanos como de animais (Hart et al., 1928). O cobre atua como componente de proteínas sanguíneas, como a eritrocupreína encontrada nos eritrócitos. Ademais, exerce papel importante na oxidação do ferro através da ceruplasmina, permitindo, assim, a ligação deste mineral à sua proteína transportadora, denominada transferrina (Andriquetto et al., 1984; Mcdowell, 1992). O cobre desempenha papel em muitos outros sistemas enzimáticos, como o citocromo oxidase, uricase, tirosinase, lisil-oxidase e diamina oxidase (Maynard et al., 1984), sendo superado apenas pelo zinco no número de enzimas que ele ativa (Underwood, 1999).

A necessidade de cobre para a reprodução, desenvolvimento ósseo, crescimento, integridade do sistema

nervoso, formação do tecido conjuntivo e pigmentação da pele são inquestionáveis, mas apenas as últimas funções têm comprovado a conexão do cobre com enzimas específicas, a tirosinase para a pigmentação e a lisil-oxidase para formação do tecido conjuntivo (Underwood & Suttle, 1999; Leeson & Summers, 2001). Finalmente, pesquisas têm atribuído ao cobre a função de promotor de crescimento, devido ao seu papel como regulador da microbiota intestinal (Coffey et al., 1994).

A absorção do cobre pode ser prejudicada por interações com outros minerais. Altos níveis de zinco ou molibdênio podem causar deficiência de cobre por competição pelo transportador, sendo necessária maior suplementação de cobre na dieta (Leeson & Summers, 2001). Outro composto que interfere na absorção de cobre é o carbonato de cálcio por elevar o pH do conteúdo intestinal (Andriquetto et al., 1984).

O sulfato de cobre (CuSO_4), principal fonte inorgânica de suplementação de cobre, apresenta pouca disponibilidade, pois é um composto pouco solúvel. A utilização de cobre ligado a aminoácidos (Cu-lisina, Cu-metionina) pode aumentar sua absorção. Recentes pesquisas relatam, ainda, que o Cu-lisina é mais efetivo que o sulfato de cobre como potencial promotor de crescimento, regulando a microbiota intestinal (Coffey et al., 1994).

Grãos de cereais contêm de 4 a 8 ppm de cobre, enquanto sementes de oleaginosas contêm de 15 a 30 ppm de cobre. Os alimentos como o glúten de milho, farelo de algodão e farelo de soja possuem baixos valores de disponibilidade de cobre, 48, 41 e 38 %, respectivamente, em relação ao sulfato de cobre para animais monogástricos, sendo sua absorção geralmente muito baixa, entre 1 a 5 % (Underwood & Suttle, 2001).

As principais manifestações de deficiências de cobre incluem anemia microcítica e hipocrômica, diarreia, desordens ósseas e nervosas.



Também ocorre perda no desempenho e redução de apetite, mas não são dominantes (Mcdowell, 1992).

Nos ovos, o teor de cobre varia de 0,07 a 0,32 mg sendo 0,05 a 0,30g na gema e 0,02 na clara. O teor de cobre na casca é insignificante (Andrighetto et al., 1984).

ZINCO

A importância de adicionar zinco às dietas dos animais domésticos foi demonstrada pela primeira vez em 1955, quando foi verificado que uma dieta deficiente em zinco desenvolveu paraqueratose em suínos (Tucker & Salmon, 1955).

As funções primárias do zinco parecem estar relacionadas aos processos de replicação celular e expressão gênica, formação do ácido nucleico e metabolismo de aminoácidos, além de estar envolvido em diversas reações enzimáticas (Dukes, 1996). Atualmente são conhecidas mais de 200 proteínas contendo zinco com diferentes papéis biológicos associados ao crescimento e desenvolvimento ósseo (Underwood, 1999). O zinco está distribuído em todos os tecidos orgânicos, porém, as maiores concentrações deste elemento são encontradas no fígado, pele e pelos (Bertechini, 2006).

Em 1939 foi demonstrado que o zinco era constituinte da anidrase carbônica, participando com 0,33% dessa enzima (Leeson & Summers, 2001) e contribuindo na fixação do cálcio sob a forma de carbonato de cálcio nos ossos e nos ovos. Altos níveis desse íon são encontrados na gema e na casca do ovo (Brito et al., 2006).

A absorção do zinco ocorre, primordialmente, no intestino delgado, sendo o duodeno o local mais ativo desta absorção (Andrighetto et al., 1984). Ele é estocado principalmente nos tecidos muscular e ósseo, que possuem a capacidade de liberar possíveis excedentes em condições de deficiência na dieta (Underwood,

1999), retardando o aparecimento de sintomas clínicos.

O uso de zinco orgânico pode beneficiar o desempenho das aves. Fornecido em molécula orgânica estável, se eficientemente absorvido no sistema digestivo do animal, o zinco tem aumentado seus níveis circulantes. O nível adequado de zinco no sangue influencia de vários modos o desempenho das aves.

Substâncias presentes na dieta podem interagir com o zinco e afetar a sua biodisponibilidade. Clydsedale (1988) afirmou que aminoácidos como a histidina e cisteína, além de outras substâncias, podem agir como facilitadores na absorção, aumentando a disponibilidade de zinco. Por outro lado, agentes quelatantes como o fitato e outros íons incluindo P, Cr, Na e Fe (Graña, 2008), podem afetar sua disponibilidade. Wedeking et al. (1992) afirmam que um pequeno aumento do cálcio na dieta é capaz de reduzir em 3,8 vezes a biodisponibilidade do zinco inorgânico para aves, podendo o mesmo acontecer com o zinco presente nos alimentos. Por sua vez, o excesso de zinco pode diminuir a atividade de outras enzimas como citocromo oxidase, catalase, além de enzimas ferrosas (Scatolini, 2007).

A exigência de zinco varia de acordo com o tamanho do animal, o seu consumo energético e seu estado fisiológico. Tem sido descrito que níveis normais de zinco para aves em postura são de aproximadamente 20 ppm por dia (Decuyper & Verheyen, 1986). De acordo com Sauver (1998) e Mccornick & Cunningham (1984), a produção de ovos é nula no quarto dia de fornecimento de uma dieta balanceada contendo entre 10.000 e 25.000 ppm de zinco na forma de óxido de zinco (ZnO) e, após esse período, se o excedente desse microelemento for retirado, as aves retornam à postura entre 15 a 21 dias após.

Nas aves, os sintomas de deficiência se manifestam pelo crescimento retardado, diminuição da



eficiência alimentar, anomalias nos ossos longos, hiperqueratose especialmente nas patas, queda de penas (Andriquetto et al., 1984) e menor produção de ovos (Leeson & Summers, 2001).

MANGANÊS

O manganês ocupa papel importante na produção e qualidade dos ovos, pois participa ativamente do processo produtivo e é essencial para atividade fisiológica normal das aves. O manganês é componente de enzimas envolvidas no metabolismo dos carboidratos, dos lipídeos e das proteínas (arginase, piruvato carboxilase e Mn-superóxido dismutase). Enzimas hidrolases, quinases, descarboxilases e transferases podem ser ativadas pelo manganês. Como ativador ou componente de enzimas, o manganês é considerado prioritário, mas pode ser substituído pelo magnésio com pouca ou nenhuma perda de atividade (Mcdowell, 1992).

O manganês pode estar envolvido no metabolismo dos aminoácidos, não apenas como ativador de algumas enzimas hidrolíticas, mas também por formar quelatos com aminoácidos, sendo transportado no organismo mais rapidamente que os aminoácidos isoladamente (Andriquetto et al., 1984).

Underwood (1981) afirma que, apesar do manganês ser amplamente distribuído no organismo, ele é encontrado em baixas concentrações nas células e tecidos. Ainda assim, é necessário para o desenvolvimento normal dos ossos e para manutenção do funcionamento do processo reprodutivo em machos e fêmeas.

O osso é a fonte mais rica em manganês no organismo das aves, com cerca de 3 a 4 $\mu\text{g/g}$ de tecido, seguido pelo fígado, com 2 $\mu\text{g/g}$. As glândulas pituitária e pineal são relativamente ricas em manganês (Leeson & Summers, 2001).

A absorção do manganês pelo trato intestinal é pobre, sendo

questionável o quanto do manganês presente nos alimentos é disponível para a ave. A absorção e excreção parecem ser dependentes da formação de um quelato natural especialmente com sais biliares. Mudanças marcantes têm sido notadas na distribuição do manganês no organismo com o uso de quelatos artificiais (Leeson & Summers, 2001).

A homeostase é alcançada, inicialmente, pela regulação da absorção, a qual é dependente da forma e nível de suplementação, e dos antagonistas presentes na dieta. Em aves, a quantidade retida tende a diminuir quando se fornece fonte extra de manganês na dieta. Portanto, essa retenção pode ser de 5% do total ingerido (Mathers & Hill, 1967), e pode diminuir para 2,8% ao serem fornecidas quantidades acima da necessidade das aves (Graña, 2008).

A adição de Ca e P na dieta tendem a reduzir a absorção do manganês dietético, entretanto, alguns autores atribuem essa baixa absorção apenas ao fósforo. Por outro lado, esse fato não é de grande importância prática, uma vez que dietas com excesso de fósforo não são comuns. Então os maiores antagonistas ao manganês tendem a ser os fitatos, e a adição de fitases às dietas tende a reduzir esse efeito deletério (Underwood & Suttle, 2001). O ferro também pode reduzir a solubilidade do manganês e inibir a sua absorção (Maiorka & Macari, 2002).

Existem algumas recomendações do uso desse mineral na literatura para poedeiras em primeiro ciclo de produção. Rostagno et al. (2011) recomendam 77 mg/kg como concentração mínima de Mn na dieta para poedeiras. Leeson & Summers (1997), determinam que 70 mg/kg na dieta sejam suficientes para rações de postura. O NRC (1994) tem recomendado o uso de 20 ppm na ração de poedeiras, o que representa um nível muito abaixo do suplementado na prática. A forma usual de suplementação é o sulfato de manganês.



Em pintos, a deficiência de manganês irá determinar a perose e, em poedeiras, ocorre queda da produção de ovos, menor peso de ovos e aumento da incidência de cascas fracas e defeituosas (Leach Júnior & Gross 1983; Andriguetto et al., 1984).

SELÊNIO

Somente na década de 1950 o selênio foi descoberto como um nutriente essencial para os animais (Leeson & Summers, 2001).

No metabolismo, o selênio está associado à vitamina E. Organicamente, a vitamina E tem função de evitar a oxidação dos tecidos, mantendo a integridade das membranas das células (Bertechini, 2006), sendo o selênio crucial para regulação da atividade da glutathione peroxidase (GSH-Px) e para a eficiência do sistema antioxidante prevenindo a ação de peróxidos sobre os ácidos graxos presentes nas membranas lipídicas.

O selênio é componente da glutathione peroxidase. Na sua ausência, a enzima é substituída por vitamina E. Assim, o selênio é considerado economizador da vitamina E, pois reduz o requerimento da mesma e contribui para sua retenção no plasma (Leeson & Summers, 2001). No entanto, cada um dos nutrientes nem sempre pode compensar totalmente a deficiência do outro (Underwood & Suttle, 1999).

Dentre as fontes de selênio disponíveis para dietas de aves, o selenito de sódio é mais eficiente em evitar a diátese exsudativa e em restabelecer a atividade da GSH-Px em animais com deficiência de selênio (Garielsen & Opstvedt, 1980).

O selênio pode ser absorvido ao longo do intestino delgado e também nos cecos (Maiorka & Macari, 2002). O selenato apresenta uma rota de absorção junto com molibdato e sulfato e pode ser vulnerável a antagonismo por esses íons (Underwood & Suttle, 1999). É

eliminado pelo organismo pelas fezes e urina e, por exalação.

Os limites entre os níveis essenciais e tóxicos do selênio são estreitos (Andriguetto et al., 1984). Altas doses ocasionam toxicidade, mas não são observados em doses com menos de 5mg/kg de ração (Surai, 2002). O peso do ovo pode ser afetado a 7mg/kg e, a 9mg/kg, a produção de ovos diminuirá (Ort & Latshaw, 1978).

O teor de selênio nos ovos varia de 0,036 mg para poedeiras recebendo ração com níveis de 2,5 ppm de selênio, até 0,28 mg para rações com 10 ppm (Andriguetto et al., 1984).

Os sinais de deficiência incluem diátese exsudativa, lesões necróticas no fígado, além de atrofia e fibrose pancreáticas. O resultado é redução na hidrólise de gorduras, levando ao impedimento da formação das micelas que são necessárias para a absorção de lipídeos e vitamina E. Sempre que os níveis de selênio ou de vitamina E na dieta forem marginais os sintomas podem ocorrer.

MINERAIS ORGÂNICOS

Embora produzidos desde a década de 70 pelas indústrias brasileiras, a utilização dos minerais orgânicos na nutrição animal é recente e a discussão de sua importância está baseada em suas ações específicas em nível celular e sua maior biodisponibilidade em relação aos minerais inorgânicos.

A Association of American Feed Control Officials (AAFCO, 1997) define da seguinte forma esses produtos minerais:

- a) Complexo aminoácido – metal: produto resultante da complexação entre um sal metálico solúvel com aminoácido(s);
- b) Quelato aminoácido – metal: produto resultante da reação entre um íon metálico oriundo de um sal metálico solúvel com aminoácidos dentro de uma relação molar de um mol de metal para um a três moles de aminoácidos (preferencialmente dois)



para formar ligações covalentes coordenadas;

c) Metal (complexo aminoácido específico - metal): produto resultante da complexação de um sal metálico solúvel com um aminoácido específico;

d) Metal proteinado: produto resultante da quelatação de um sal solúvel com uma proteína parcialmente hidrolisada;

e) Complexo polissacarídeos - metal: produto resultante de um complexo entre um sal solúvel com uma solução de polissacarídeos;

Somente os chamados minerais de transição, tais como o cobre, o ferro, o manganês e o zinco apresentam as características físico-químicas que possibilitam a formação de ligação covalente coordenada com aminoácidos e peptídeos e, desta forma, os complexos biologicamente estáveis. A ideia central de formar um mineral orgânico de uma forma biossintética é a de que o importante não é somente a sua biodisponibilidade biológica, mas também a sua atividade biológica (Rutz & Murphy, 2009).

No intestino, o transporte dos íons para o interior das células dá-se pela difusão passiva ou pelo transporte ativo. Ou seja, para que esses íons sejam absorvidos e atinjam a corrente sanguínea; órgãos e tecidos, eles necessitam estar atrelados a um agente ligante ou molécula transportadora que permita a passagem através da parede intestinal. Muitas vezes estes íons não encontram o agente ligante e acabam sendo excretados (Herrick, 1993).

A ideia central de formar um mineral orgânico de uma forma biossintética é a de que o importante não é somente a sua biodisponibilidade biológica, mas também a sua atividade biológica (Rutz & Murphy, 2009).

Na forma orgânica, os minerais são absorvidos pelos carreadores intestinais de aminoácidos e peptídeos e não por transportadores intestinais clássicos de minerais. Isto evita a

competição entre minerais pelos mesmos mecanismos de absorção.

Os minerais sob a forma de sais sofrem a ação do pH ácido, sendo dissociados e ionizados, podendo esses íons ligar-se ou reagir com outras moléculas presentes no trato digestório, como os fitatos, tornando-se indisponíveis (Costa et al., 2008). Na tentativa de aumentar a disponibilidade para o animal, uma suplementação extra de minerais pode causar efeitos prejudiciais, como diarreia e desequilíbrios, que podem levar a redução da biodisponibilidade de outros minerais, além de não melhorarem sua concentração no sangue e causarem poluição ambiental. Por outro lado, foi verificado que as moléculas dos minerais na forma orgânica não sofrem dissociação em pH ácido, e permanecem com carga elétrica neutra. Desta forma, não reagem com outras moléculas presentes na luz intestinal e são mais absorvidos pelas aves e suas concentrações diminuídas nas fezes (Costa et al., 2008).

Ultimamente, a escolha de se utilizar na dieta das aves minerais inorgânicos ou quelatados se tornou estritamente relacionada à relação custo/benefício. Os resultados podem variar dependendo dos níveis e do espectro dos minerais traços utilizados e da biodisponibilidade esperada das fontes inorgânicas de minerais (Scatolini, 2007).

BIODISPONIBILIDADE

A biodisponibilidade de microminerais é definida como a fração do nutriente ingerido que é absorvido e subsequentemente utilizado por funções normais do organismo. Uma maior biodisponibilidade dos minerais aumenta a vida útil das aves, pois estes nutrientes exercem funções essenciais no organismo, tais como a participação na formação do tecido conjuntivo, manutenção do equilíbrio da membrana celular e ativação das reações bioquímicas através da ativação de sistemas enzimáticos.



A disponibilidade dos minerais quelatados é superior, em muitas vezes, a 90%. Já os suplementos minerais, que não têm molécula transquelatada, são absorvidos em média de 10 a 18% pelos animais. Como ocorre uma melhoria na biodisponibilidade dos elementos minerais, através da proteção contra os efeitos adversos presentes no trato gastrointestinal, os minerais quelatados proporcionam maior absorção e estocagem de elementos traços (Kiefer, 2005).

Trabalhos realizados com frangos de corte indicaram melhora em alguns índices produtivos como ganho de peso e conversão alimentar quando estas aves foram suplementadas com minerais orgânicos em substituição aos inorgânicos de forma isolada (Gomes, 2010; Surai, 2006) ou combinada (Lippens & Huyghebaert, 2006).

Nos parâmetros de qualidade de ovo, aves em postura suplementadas com manganês e zinco orgânicos apresentaram melhora na qualidade da casca quando comparadas com aquelas que receberam minerais na forma inorgânica. Quando foi utilizado o complexo ferro-metionina houve um incremento na quantidade de ferro da gema do ovo em comparação com as aves que receberam ferro inorgânico (Paik, 2001).

Klecker et al. (1997) demonstraram melhora na resistência

a quebra de ovos provenientes de galinhas que receberam proteínatos de zinco e manganês em substituição a 20% e 40% das formas inorgânicas presentes nas dietas testadas.

Boruta et al. (2007) verificaram aumento na resistência óssea e redução na excreção mineral em aves recebendo minerais orgânicos (8, 17 e 33% do nível do NRC) quando comparadas com poedeiras alimentadas com minerais inorgânicos (100% NRC).

Ao & Pierce (2006) concluíram que poedeiras alimentadas com minerais orgânicos no nível de 25% da recomendação do NRC apresentaram melhora na qualidade da casca dos ovos e na produção de ovos (2%) a 24 semanas de idade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Devido a sua maior biodisponibilidade, os minerais quelatados podem substituir as fontes inorgânicas em níveis mais baixos enquanto que o desempenho é mantido ou mesmo melhorado. Um importante aspecto relacionado ao uso mais baixo dos minerais quelatados é a possibilidade de redução da poluição ambiental. Contudo, o uso de fontes quelatadas ou orgânicas ainda é limitada devido ao seu custo elevado, o que onera o custo da fração mineral das dietas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AAFCO. 1997. Association of american feed control official. Official Publication. Atlanta.

Andriguetto, J.M., Perly, L., Minardi, I., Flemming, J.S., Gemael, A., Souza, G.A. e Bona Filho, A. 1984. Nutrição Animal. Nobel. São Paulo. 395 pp.

Ao, T. and Pierce, J. 2006. Effects of different sources (inorganic vs Bioplex) and levels of minerals on egg production, eggshell quality and mineral content. In: 22º Simpósio Anual da Alltech. Anais... Lexington.

Araújo, J.A., Silva, J.H.V., Amâncio, A.L.L., Lima, C.B. e Oliveira, E.R.A. 2008. Fontes de minerais para poedeiras. Acta Vet. Bras., 2: 53-60.



Bertechini, A.G., Fassani, É.J., Fialho, E.T. e Spadoni, J.A. 2000. Suplementação de ferro para poedeiras comerciais de segundo ciclo de produção. *Rev. Bras. Ciênc. Avíc.*, 2: 267-272.

Bertechini, A.G. 2006. *Nutrição de Monogástricos*. UFLA. Lavras. 301pp.

Boruta, A., Glebocka, K. and Nollet, L. 2007. Organic minerals (Bioplex) as total replacement of inorganic sources for layers – effect on productivity. In: 23^o Simpósio Anual da Alltech. Anais... Lexington.

Brito, J.A.G., Bertechini, A.G., Fassani, E.J., Rodrigues, P.B. e Freitas, R.T.F. 2006. Uso de microminerais sob a forma de complexo orgânico em rações de frangas de reposição no período de 7 a 12 semanas de idade. *Rev. Bras. Zootecn.*, 35: 1342-1348.

Clydesdale, F.M. 1988. Mineral interactions in foods. In: Bodwell, C.E. and Erdman Júnior, J.W. *Nutrients Interactions*. Marcel Dekker. New York. pp: 257-268.

Coffey, R.D., Cromwell, G.L. and Monegue, H.J. 1994. Efficacy of a copper-lysine complex as a growth promoting for weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 72: 2880-2886.

Costa, F.G.P., Silva, J.H.V., Figueiredo-Lima, D.F., Lima, R.B. e Goulart, C.C. 2008. Novos avanços da nutrição de aves. In: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. CBNA 2008. Anais... Fortaleza. 1: 1-22.

Decuyper, E. and Verheyen, G. 1986. Physiological basics of induced molting and tissue regeneration in fowls. *World's Poultry Sci. J.*, 42: 56-68.

Dukes, G.E. 1996. Alimentary canal: anatomy, regulation of feeding and motility. In: Sturkie, P.D. *Avian physiology*. Cornell University. Springer-Verlag. pp: 269-288.

Gabrielsen, B.O. and Opstvedt, J. 1980. Availability of selenium in fish meal in comparison with soybean meal, corn gluten meal and selenomethionine relative to selenium in sodium selenite for restoring glutathione peroxidase activity in selenium-depleted chicks. *J. Nutr.*, 110: 1096-1100.

Gomes, F.A. 2010. Desempenho e características fisiológicas em frangos de corte alimentados com diferentes fontes e níveis de selênio. 2010. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Lavras-UFLA. Lavras. 100 pp.

Graña, A.L. 2008. Estudo de estratégias nutricionais para frangos de corte. 2008. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa-UFV. Viçosa. 154 pp.

Hart, E.B., Stenbock, H., Waddell, J. and Elvehjem, C.A. 1928. Iron in nutrition. VII. Copper as a supplement to iron for hemoglobin building in the rat. *J. Biol. Chem.*, 77: 797-812.

Herrick, J.B. 1993. The roles of amino acid chelates in animal nutrition. In: Ashmead, H.D. *Mineral in animal health*. Noyes. New Jersey. pp: 3-9.

Kennard, D.C., Holder, R.C. and White, P.S. 1922. Mineral supplements to rations for chickens: corn meal and soybean meal. *Poultry Sci.*, 1: 65-74.



- Kiefer, C. 2005. Minerais quelatados na nutrição de aves e suínos. *Rev. Electron. Nutr.*, 2: 206-220.
- Klecker, D., Zemar, L., Siske, V. and Gomez, B.J. 1997. Influence of trace mineral proteinate supplementation on eggshell quality. *Poultry Sci.*, 76: 116-131.
- Leach Júnior, R.M. and Gross, J.R. 1983. The effect of manganese deficiency upon the ultrastructure of the eggshell. *Poultry Sci.*, 62: 499-504.
- Leeson, S. and Summers, J.D. 1997. *Commercial poultry nutrition*. University Books. Ontario. 370 pp.
- Leeson, S. and Summers, J.D. 2001. *Nutrition of the chicken*. University Books. Ontario: 591 pp.
- Lippens, M. and Huyghebaert, G. 2006. Inorganic vs bioplex trace minerals for broilers: effects on performance and mineral excretion . In: 22º Simpósio Annual da Alltech. Anais... Lexington, Ky.
- Maiorka, A. e Macari, M. 2002. Absorção de minerais. In: Macari, M., Furlan, R.L. e Gonzales, E. *Fisiologia aviária aplicada a frangos de corte*. FACTA. Campinas. pp: 167-174.
- Mathers, J.W. and Hill, R. 1967. Factors affecting the retention of an oral dose of radioactive manganese by the chick. *Brit. J. Nutr.*, 21: 513-517.
- Maynard, L.A., Loosli, J.K., Hintz, H.F. e Warner, R.G. 1984. *Nutrição Animal*. Freitas Bastos. Rio de Janeiro. 726 pp.
- Mccornick, C.C. and Cunningham, D.L. 1984. Forced resting by high dietary zinc: tissue zinc accumulation and reproductive organ weight changes. *Poultry Sci.*, 63: 1207-1212.
- Mcdowell, L.R. 1992. *Minerals in animal and human nutrition*. Academic Press. San Diego. 524 pp.
- NRC. 1994. *Nutrient requirements of poultry*. 9th revised ed. National Research Council. Washington, DC.
- Ort, J.F. and Latshaw, J.D. 1978. The toxic level of sodium selenite in the diet of laying chickens. *J. Nutr.*, 108: 1114-1120.
- Paik, I. 2001. Application of chelated minerals in animal production. *Asian-Austral. J. A.*, 14: 191-198
- Rostagno, H.S., Albino, L.F.T., Donzele, J.L., Gomes, P.C., Oliveira, R.F., Lopes, D.C., Ferreira, A.S., Barreto, S.L.T. e Euclides, R.F. 2011. *Tabelas Brasileiras para Aves e Suínos: Composição de alimentos e exigências nutricionais*. UFV. Viçosa. 252 pp.
- Rutz, F. e Murphy, R. 2009. Minerais orgânicos para aves e suínos. In : Congresso Brasileiro de Nutrição Animal. CBNA 2009. Anais... Campinas. 1: 21-36.
- Sauver, B. 1998. *Reproduction des volailles et production d'oeufs*. INRA. Paris. 449 pp.



Scatolini, A.M. 2007. Mn, Zn e Se associados a moléculas orgânicas na alimentação de galinhas poedeiras no segundo ciclo de produção. 2007. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária-UNESP. Jaboticabal. 51 pp.

Scott, M.L., Nesheim, M.C. and Young, R.J. 1982. Nutrition of the chicken. M.L. Scott. New York. 562 pp.

Suraj, P.F. 2002. Selenium in poultry nutrition: antioxidant properties, deficiency and toxicity. World's Poultry Sci. J., 58: 333-347.

Suraj, P.F. 2006. Selenium in nutrition and health. Nottingham University Press. Nottingham. 974 pp.

Tucker, H.F. and Salmon, W.D. 1955. Parakeratosis or deficiency disease in the pig. Proc. Soc. Exper. Biol. Med., 88: 613-616.

Underwood, E.J. 1981. The mineral nutrition of livestock. Common Wealth Agricultural Bureaux. London. 180 pp.

Underwood, E.J. 1999. The mineral nutrition of livestock. CABI. Wallingford. 614 pp.

Underwood, E.J. and Suttle, N. 1999. The mineral nutrition of livestock. Foundation for Animal Health and Welfare. Endinburgh, UK. 624 pp.

Underwood, E.J. and Suttle, N. 2001. The mineral nutrition of livestock. CABI Publishing. Wallingford. 614 pp.

Wedeking, K.J., Hortin, A.E. and Baker, D.H. 1992. Methodology for assessing zinc bioavailability: efficacy estimates for zinc-methionine, zinc sulfate and zinc oxide. J.